

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Sumber Data

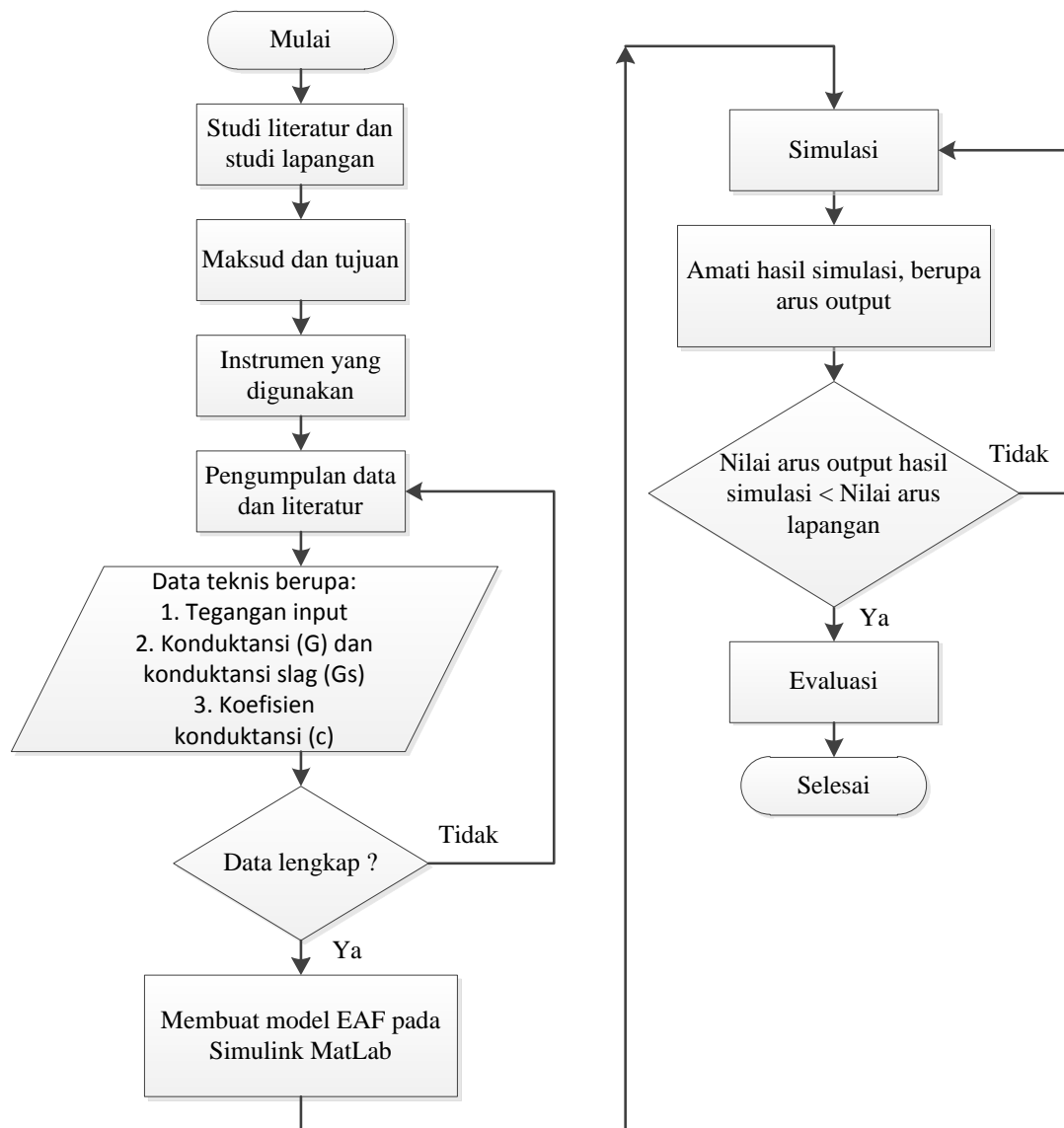
Data yang digunakan dalam penelitian ini ialah data arus dan daya EAF (*Electric Arc Furnace*) pada dapur BSP (*Billet Steel Plant*) atau SSP (*Slab Steel Plant*) di PT Krakatau Steel Tbk.

3.2 Perangkat Penunjang Penelitian

Hasil penelitian yang baik tentu saja tidak terlepas dari peran perangkat penunjang yang memfasilitasi proses penelitian serta penyusunan laporan penelitian yang meliputi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras penunjang penelitian ini ialah 1 *set* komputer dengan spesifikasi sistem *Processor Intel(R) Core™2 Duo CPU T5670 @1.80GHz, RAM 4Gb, System Type 32-bit Operating System Windows 7 Professional* dan *Hardisk Drive 200Gb*. Sedangkan perangkat lunak yang digunakan untuk pengolahan data dan keperluan penelitian lainnya ialah beberapa aplikasi berikut. *Matlab Version 8.3.0.532 (R2014a)*., *Mendeley Desktop Version 1.16.3*, *Microsoft Excel 2010*., dan *Microsoft Visio 2010*.

3.3 Diagram Alir Penelitian Skripsi

Data arus dan daya EAF (*Electric Arc Furnace*) pada dapur BSP (*Billet Steel Plant*) atau SSP (*Slab Steel Plant*) di PT Krakatau Steel Tbk kemudian diolah sampai menjadi grafik pembanding. Dalam menyelesaikan penelitian diperlukan kerangka/tahapan pengerjaan penelitian dari mulai memulai sampai selesai agar memudahkan penulis dan pembaca dalam memahami tahapan dari pengerjaan penelitian ini. Berikut adalah diagram alir penelitian skripsi.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian skripsi

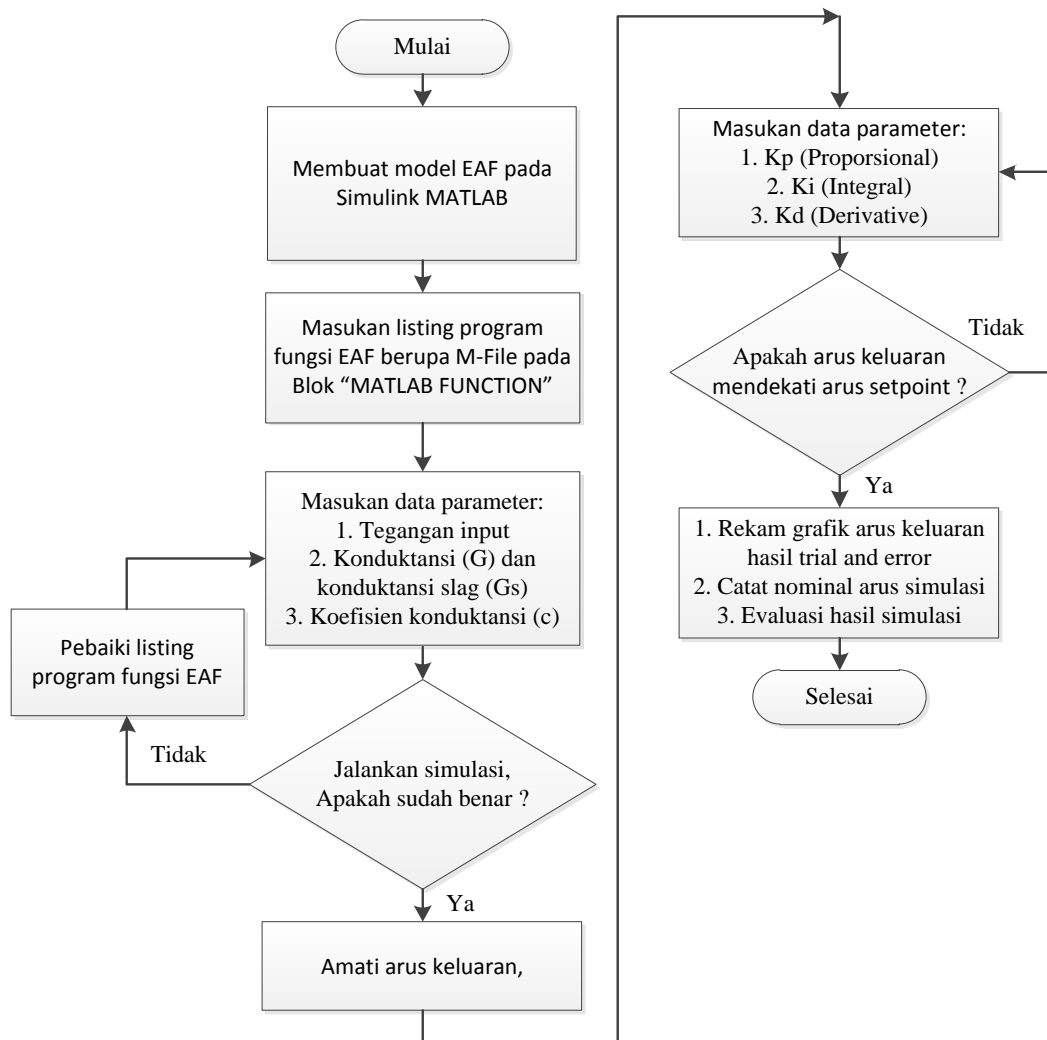
Penjelasan dari langkah-langkah proses simulasi dan urutan pembuatan *close loop system* dengan menggunakan software Simulink MatLab terdapat pada gambar 3.2. Secara rinci adalah sebagai berikut:

Bahrul Alam, 2017

ANALISIS PENGENDALIAN ELEKTRODA EAF (ELECTRIC ARC FURNACE) PELEBURAN BAJA MENGGUNAKAN PID CONTROL SIMULATOR DI PT KRAKATAU STEEL TBK

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

1. Jalankan program Simulink MatLab, kemudian membuat *close loop model* pada Simulink MatLab, Membuat rumus perhitungan dengan M-File MatLab untuk menampilkan hasil simulasi *control close loop system* BSP (*Billet Steel Plant*) dengan menggunakan berbagai data sebagai berikut: data sumber tegangan input trafo, konduktansi (G), konduktansi dalam slag (Gs), koefisien konduktansi (c).
2. Mulai jalankan simulasi pada program MatLab dengan memilih *run* pada model close loop, M-File. Program akan (*error*) apabila terdapat kesalahan, data yang kurang dan simulasi tidak dapat dijalankan.
3. Setelah melakukan *run* MatLab, untuk melihat arus digunakan run program plot. Selanjutnya akan tampil data berupa arus yang rangenya dapat disetting pada *system plot* tersebut.



Gambar 3.2 Diagram alir simulasi EAF pada Simulink MatLab

3.4 Data-data dan Parameter

Telah dijelaskan pada subbab prosedur penelitian, terdapat dua topik khusus yang akan diamati sebagai objek penelitian antara dapur BSP (*Billet Steel Plant*) atau SSP (*Slab Steel Plant*) di PT Krakatau Steel Tbk. Pada akhirnya penulis memilih topik dapur BSP (*Billet Steel Plant*) di karenakan data yang diperoleh.

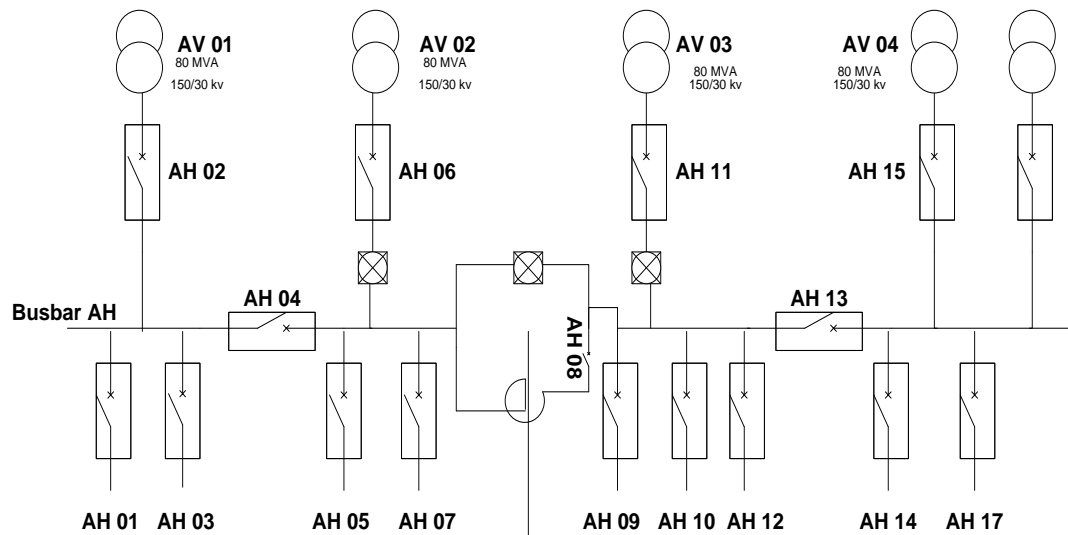
Bahrul Alam, 2017

ANALISIS PENGENDALIAN ELEKTRODA EAF (ELECTRIC ARC FURNACE) PELEBURAN BAJA MENGGUNAKAN PID CONTROL SIMULATOR DI PT KRAKATAU STEEL TBK

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

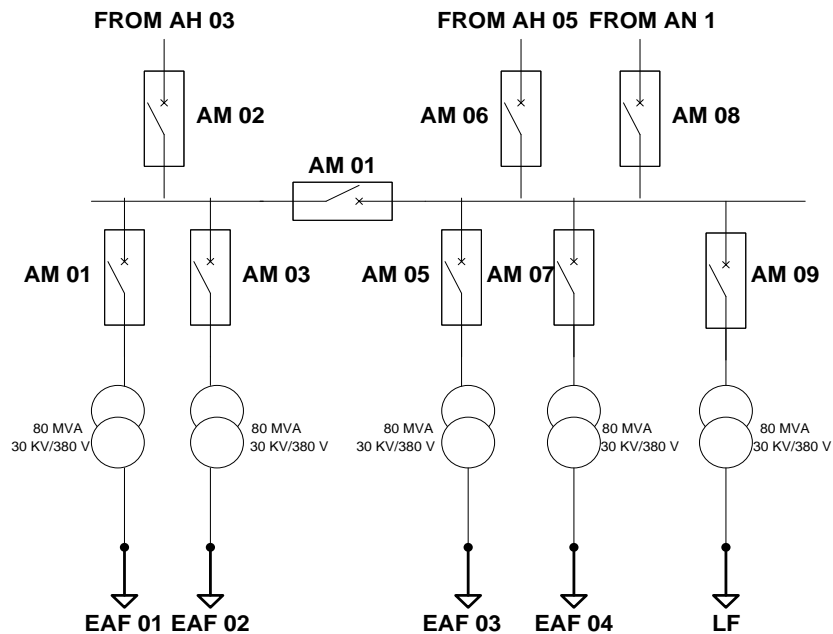
3.4.1 Sistem 30 kV BSP (*Billet Steel Plant*)

BSP (*Billet Steel Plant*) adalah salah satu anak rumah produksi dari PT Krakatau Steel Tbk yang mendapatkan suplai energi listrik dari PT. KDL. Sistem jaringan yang digunakan untuk menyalurkan energi listriknya, PT. KDL menggunakan sistem jaringan radial seperti Gambar 3.3 di bawah ini.



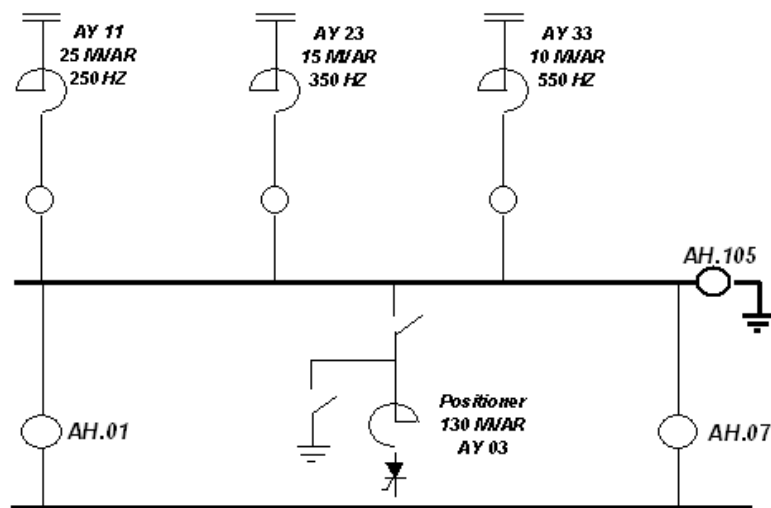
Gambar 3.3 Busbar 30 kV AH (Sumber. PT KDL)

PT. KDL merupakan sumber listrik utama produksi baja di PT. KS selain PLN. Transformator AV01 pada gambar 3.3 merupakan transformator step down dari 150 kV menjadi 30 kV. Sedangkan busbar AH di atas merupakan busbar 30 kV yang menyuplai tegangan untuk EAF dan sistem kompensasinya.



Gambar 3.4 Busbar 30 kV AM BSP (Sumber. PT KDL)

Gambar 3.4 di atas merupakan lanjutan gambar 3.3 yang merupakan gambar jaringan listrik terakhir menuju beban EAF. Tegangan nominal busbar pada gambar di atas secara keseluruhan adalah 30 kV.



Gambar 3.5 SVC 03 (Kompensasi BSP) (Sumber. PT KDL)

Bahrul Alam, 2017

ANALISIS PENGENDALIAN ELEKTRODA EAF (ELECTRIC ARC FURNACE) PELEBURAN BAJA MENGGUNAKAN PID CONTROL SIMULATOR DI PT KRAKATAU STEEL TBK

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 3.5 di atas merupakan kompensasi daya untuk beban EAF BSP. Tujuan pemasangan SVC ialah menyuntikan dan menyerap daya reaktif yang terjadi pada busbar 30 kV saat peleburan berlangsung.

1.4.2 Kapasitor Bank 30 kV BSP

Pada sistem kelistrikannya, BSP menggunakan 3 kapasitor bank yang disusun *paralel* yang terhubung pada sumber 30 kV. Kapasitor ini bekerja berdasarkan step-step yang diatur berdasarkan kebutuhan akan besar nilai daya reaktif yang harus disuplai. Berikut ini adalah besarnya nilai masing-masing kapasitor.

Tabel 3.1 Data Kapasitor Bank 30 kV BSP (Sumber. PT KDL)

DATA KAPASITOR BANK 30 kV BSP	
Kapasitor Bank 1	25 MVAR
Kapasitor Bank 2	15 MVAR
Kapasitor Bank 3	10 MVAR

1.4.3 Transformator 30 kV BSP

BSP terdapat pada busbar 30 kV. Penyaluran tenaga listrik tersebut menggunakan tiga unit *Trafo Stepdown* sebagai penurun tegangan dari 150 kV kedalam 30 kV yang dinotasikan dengan AV01 dan AV02 (Lihat gambar 3.3). Data spesifikasi dari trafo busbar 30 kV BSP tersebut tersaji pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Data Transformator Tenaga 150/30 kV BSP (Sumber. PT KDL)

DATA TRANSFORMATOR TENAGA 150/30 kV BSP	
Kapasitas	80 MVA
Impedansi	10,4 %
Tegangan primer	150 kV
Tegangan sekunder	30 kV
Belitan Delta	Ada

Bahrul Alam, 2017

**ANALISIS PENGENDALIAN ELEKTRODA EAF (ELECTRIC ARC FURNACE) PELEBURAN BAJA
MENGUNAKAN PID CONTROL SIMULATOR DI PT KRAKATAU STEEL TBK**

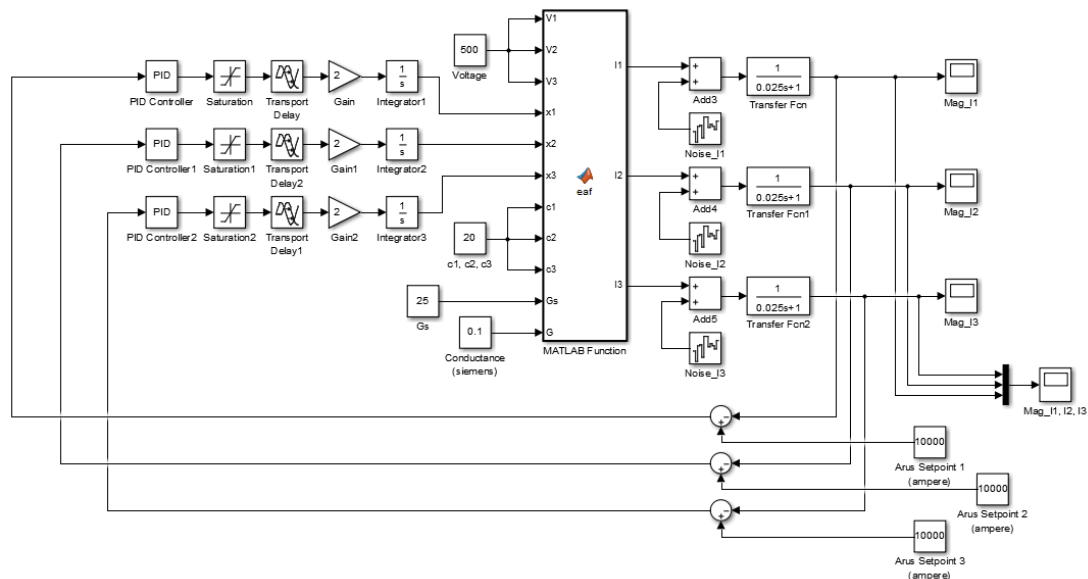
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.4.4 Pemodelan Sistem *Close Loop*

Sistem pengaturan *close loop* ini di simulasikan dengan MatLab 8.3.0.532 (R2014a). Data-data yang didapat pada saat pengambilan lapangan yaitu pabrik baja billet (BSP) PT Krakatau Steel. Gambar 3.6 adalah gambar model EAF *close loop* pada simulink

Pada sistem ini EAF dimodelkan dan dikendalikan secara tertutup (*close loop*), dimana terdapat 7 inputan utama yaitu 3 inputan berupa posisi setiap elektroda (x_1, x_2, x_3), 3 inputan berupa tegangan yang diberikan oleh tap tegangan trafo, dan inputan yang ketujuh adalah nilai konduktansi (G).

Pada sisi output terdapat 3 output berupa nilai arus dari setiap elektroda (I_1, I_2, I_3) dimana jika nilai yang didapat akan diumpan balikkan (*feedback*) kedalam sistem.



Gambar 3.6 Model EAF *close loop* pada simulink

3.4.4.1 Parameter yang Digunakan dalam Simulasi *Close Loop*

Ada beberapa parameter yang digunakan dalam simulasi *close loop* ini baik berupa inputan maupun hasil output dimana nilai-nilai tersebut dapat mempengaruhi hasil dari simulasi ini.

Bahrul Alam, 2017

ANALISIS PENGENDALIAN ELEKTRODA EAF (ELECTRIC ARC FURNACE) PELEBURAN BAJA MENGGUNAKAN PID CONTROL SIMULATOR DI PT KRAKATAU STEEL TBK

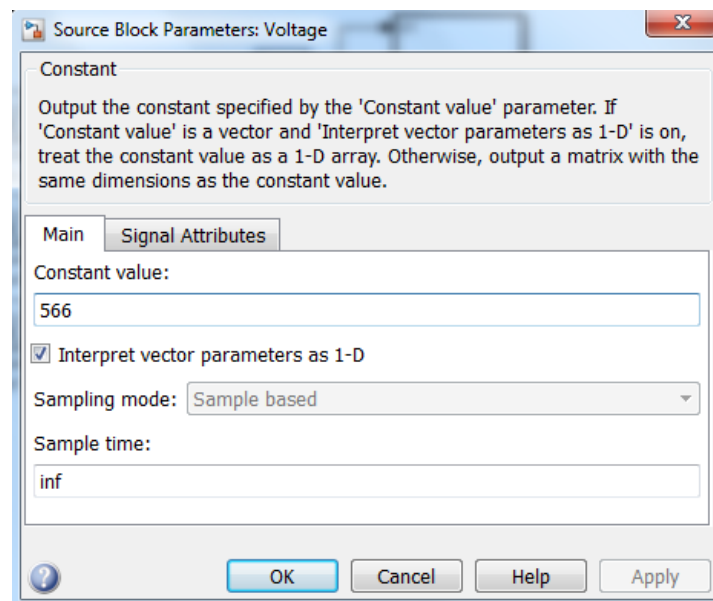
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

1. Nilai Jarak

Nilai jarak adalah salah satu inputan yang selalu berubah-ubah untuk mendapatkan hasil atau nilai arus yang diinginkan. Nilai output dari arus akan feedbackkan atau diumpan balikkan kedalam simulasi dimana sistem ini akan merubah nilai jarak secara otomatis untuk mendapatkan nilai arus yang mendekati dengan nilai arus *setpoint*. Nilai dari jarak di input pada M-FILE yaitu dari 0 sampai dengan 100 centimeter. Dimana pada saat kita run besarnya nilai x (jarak) yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil *output* arus sesuai dengan *set point* yang diinginkan.

2. Nilai Tegangan

Pada simulasi ini nilai tegangan yang digunakan selalu konstan yaitu 566 V (Tap 3) karena nilai inilah yang paling lama digunakan saat proses peleburan baja berlangsung. Nilai dari tegangan dapat kita ubah sesuai dengan nilai yang kita harapkan. Gambar 3.7 dibawah adalah blok parameter untuk nilai tegangan.



Gambar 3.7 Nilai input tegangan

3. PID Controller

Bahrul Alam, 2017

ANALISIS PENGENDALIAN ELEKTRODA EAF (ELECTRIC ARC FURNACE) PELEBURAN BAJA MENGGUNAKAN PID CONTROL SIMULATOR DI PT KRAKATAU STEEL TBK

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

PID *Controller* terdiri dari 3 bagian yaitu K_p , K_i , K_d dimana untuk mendapatkan nilai output arus sesuai yang diharapkan kita dapat mensetting nilai K_p yang paling ideal. Masing-masing pengendali mempunyai karakteristik masing-masing yaitu :

1. **Kontroller Proporsional**

Pengaruh pada sistem :

- Menambah atau mengurangi kestabilan.
- Dapat memperbaiki respon transien khususnya : *rise time*, *setting time*.
- Mengurangi waktu naik, tidak menghilangkan *error steady state*.

Untuk menghilangkan *Ess*, dibutuhkan K_p yang besar yang akan membuat sistem lebih stabil.

2. **Kontroller Integral**

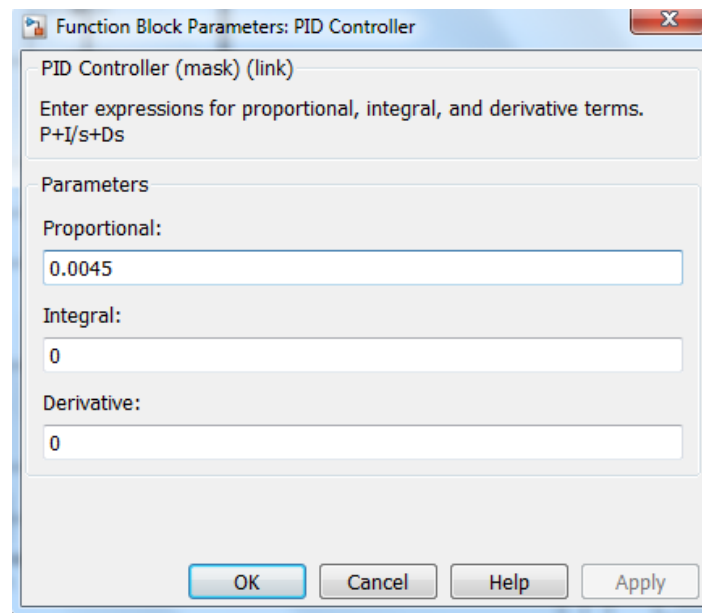
Pengaruh pada sistem :

- Menghilangkan *error steady state*.
- Respon lebih lambat dibanding P.
- Dapat menimbulkan ketidakstabilan (Karena menambah orde *system*).

3. **Kontroller Derivative**

Pengaruh pada sistem :

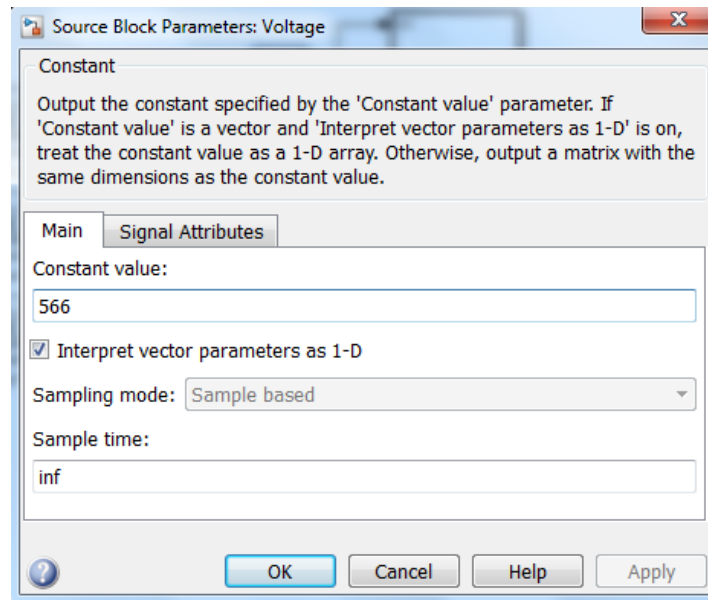
- Memberikan efek redaman pada sistem yang berosilasi sehingga bisa memperbesar pemberian nilai K_p .
- Memperbaiki respon transien, karena memberikan aksi saat ada perubahan error.
- K_d hanya berubah saat ada perubahan error, sehingga saat ada *error* statis K_d tidak beraksi sehingga K_d tidak boleh digunakan sendiri.



Gambar 3.8 PID Controller

4. Nilai Konduktansi

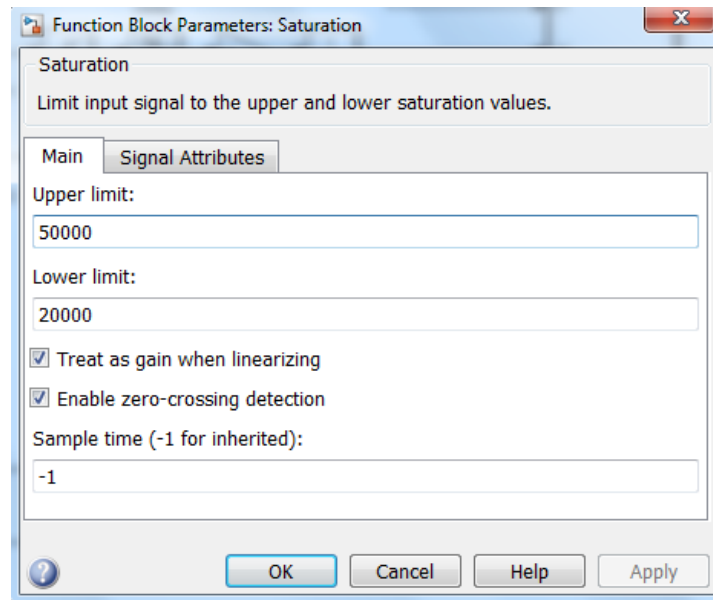
Gambar 3.9 tampilan pada blok simulink untuk memasukkan input berupa konduktansi yang diinginkan. Nilai konduktansi pada percobaan ini adalah 0,1 *mho*. Nilai tersebut dimasukkan pada *constant value* dimana nilai konduktansi tersebut selalu *constant* (tidak berubah-ubah).



Gambar 3.9 Nilai Konduktansi

5. Saturasi

Saturasi digunakan untuk membatasi hasil percobaan ini baik *close loop* maupun *open loop* dimana kita dapat mensetting nilai maksimum maupun minimum dari hasil output arus. Gambar 3.10 menunjukkan bahwa nilai minimum disetting 0 (nol) karena nilai arus yang diinginkan tidak boleh nol. Sedangkan parameter maksimum dimasukkan nilai 50 kilo ampere karena nilai arus yang didapat tidak boleh lebih dari 50 kilo ampere, karena akan menyebabkan rusaknya transformator pada EAF BSP jika kapasitasnya lebih tinggi dari 50 kilo ampere.



Gambar 3.10 Nilai Saturasi

Bahrul Alam, 2017

**ANALISIS PENGENDALIAN ELEKTRODA EAF (ELECTRIC ARC FURNACE) PELEBURAN BAJA
MENGUNAKAN PID CONTROL SIMULATOR DI PT KRAKATAU STEEL TBK**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

